

放送用周波数の有効利用

高田潤一

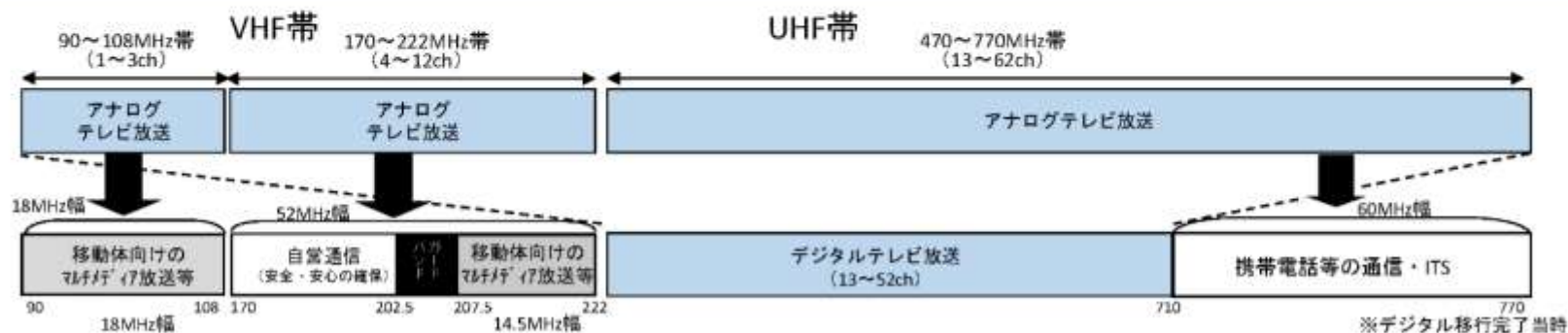
東京工業大学 環境・社会理工学院

「放送サービスの未来像を見据えた
周波数有効活用に関する検討分科会」

2018年3月16日

放送用周波数は有効利用されている

- 周波数チャンネルの配置については、基幹放送普及計画の考え方に基づき、混信が生じないように緻密に配置されている。
- 特に、地上デジタル放送では、混信に強い伝送方式(OFDM)を採用し、隣接局同士において同一の周波数を使用するSFN(Single Frequency Network)を有効活用した効率的な置局を実現しており、周波数利用効率を大幅に向上させている。
- その際、隣接県で用いられる電波からの干渉、外国からのフェージングによる電波干渉等への対策が必要となり、利用することができないチャンネルが存在するなどの制約が生じ、同一周波数を用いることができないケースが存在する。
- ホワイトスペース(地理的条件や技術的条件によって他の目的にも利用可能な周波数)は、ワイヤレスマイクやエリア放送などの比較的小電力な無線システムを個別に共用検討を行ったうえで有効活用



- デジタル放送へ移行することで、テレビ放送に用いる周波数を62ch(370MHz)から40ch(240MHz)へ圧縮。
 - デジタル放送への移行にあたっては、アナログ周波数変更対策業務や、700MHz周波数再編など、受信者の多大な協力※を得ることで実現。
- ※ 受信者に、周波数の変更によるテレビのチャンネルプリセット、放送方式の変更によるテレビの買い換えなどの負担が発生。

放送サービスの未来像を見据えた周波数有効活用に関する検討分科会、
第1回資料1-6「放送用周波数割当の現状」より引用

さらなる有効利用への 期待に応えるには

- 混信保護基準の再検証
- ホワイトスペースの利用促進

⇒ 現状と課題の整理

地上波による4K/8K放送への道

技術は着実に進歩し実現可能性が広がりつつある

周波数の有効利用に向けた技術的方策

13

- 我が国の放送では、技術の進展を受け、新たな技術を導入することで放送の高度化を実現
- 今後、放送用周波数の更なる有効利用に向けた技術的方策として、以下の例をはじめとし、多種多様な方策が考えられる
- それらの導入の是非を検討するにあたっては、技術的な実現可能性だけでなく、実際の変更に伴い生じる社会的コストや受信者負担等にも配慮することが必要である

例1) 映像圧縮方式の高度化

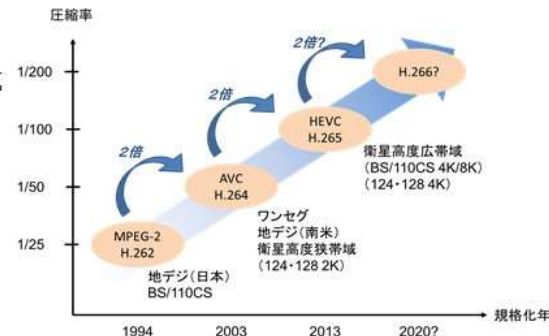
- 新たな映像圧縮方式の導入により、使用チャンネルの更なる効率化
 - 地上デジタル放送/BS/110CS : MPEG-2(H.262)
 - 衛星高度狭帯域(124・128CS) : AVC(H.264) 2K、HEVC 4K
 - 衛星高度広帯域(BS/110CS 4K/8K) : HEVC(H.265)

例2) 変調方式の多値化等

- 地上デジタル放送では、キャリア変調方式にQPSK、16QAM、64QAMを利用可能
- 変調方式を多値化等することで、伝送速度を向上
 - 地上デジタル放送 : QPSK、16QAM、64QAM
 - BS : TC8PSK、QPSK、BPSK
 - 衛星高度広帯域(BS/110CS 4K/8K) : 16APSK

例3) 偏波の活用

- 新4K8K衛星放送では従来用いている右旋円偏波に加え、左旋円偏波を用いることで伝送容量を大幅に拡大
 - 地上デジタル放送 : 水平偏波 又は 垂直偏波
 - 衛星高度狭帯域(124・128CS) : 水平偏波 及び 垂直偏波
 - 衛星高度広帯域(BS/110CS 4K/8K) : 右旋円偏波 及び 左旋円偏波



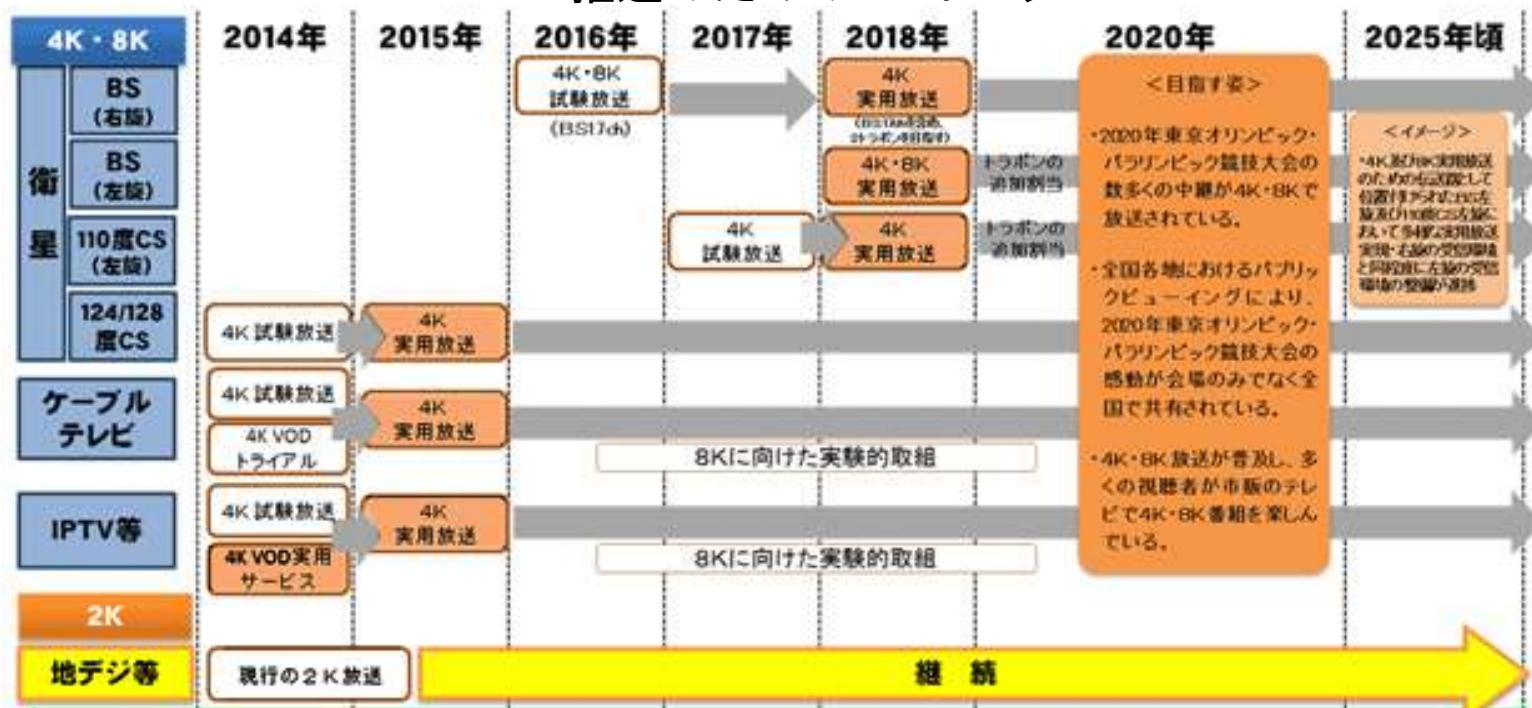
映像圧縮技術の推移

放送サービスの未来像を見据えた周波数有効活用に関する検討分科会、
第1回資料1-6「放送用周波数割当の現状」より引用

周波数帯域の確保

- すでに現行の2K放送は割り当てられた帯域を目一杯使用している
- ロードマップでは4K/8K地上放送は想定せず

4K・8K推進のためのロードマップ



混信保護基準

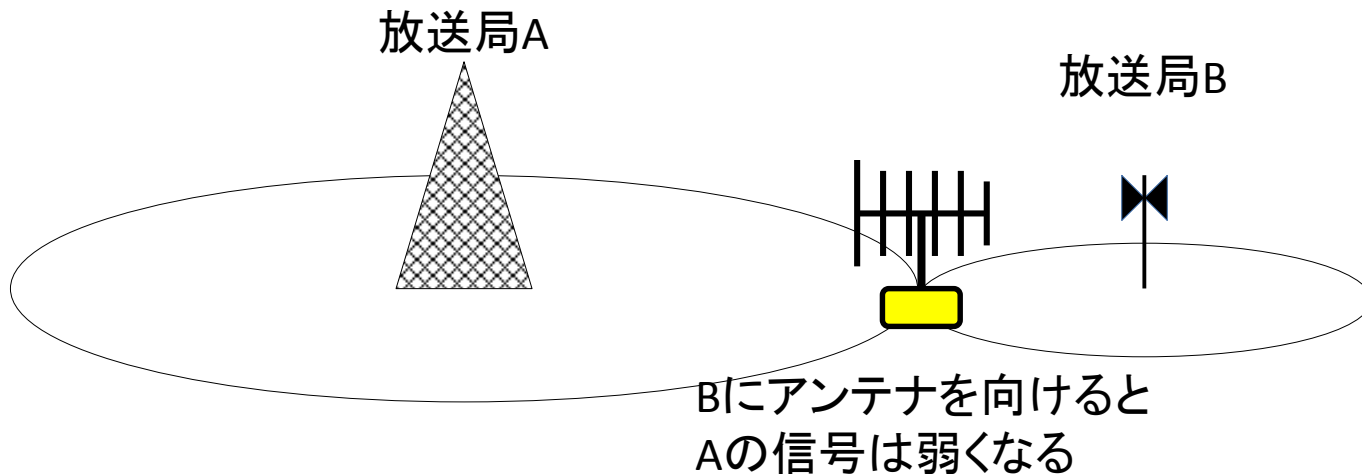
- 同一周波数・隣接周波数を使用する放送局間の干渉（SFNの長遅延を含む）
- 基準が厳しいほど離隔距離が必要
⇒ 空間的な利用効率の低下

<混信保護>【電波法関係審査基準 別紙1 第2 放送局 1(5)】

希望波	妨害波	周波数差	混信保護比
デジタル放送波	デジタル放送波	同一チャンネル	28dB
		下隣接(妨害波が下側)	-26dB
		上隣接(妨害波が上側)	-29dB

混信の保護

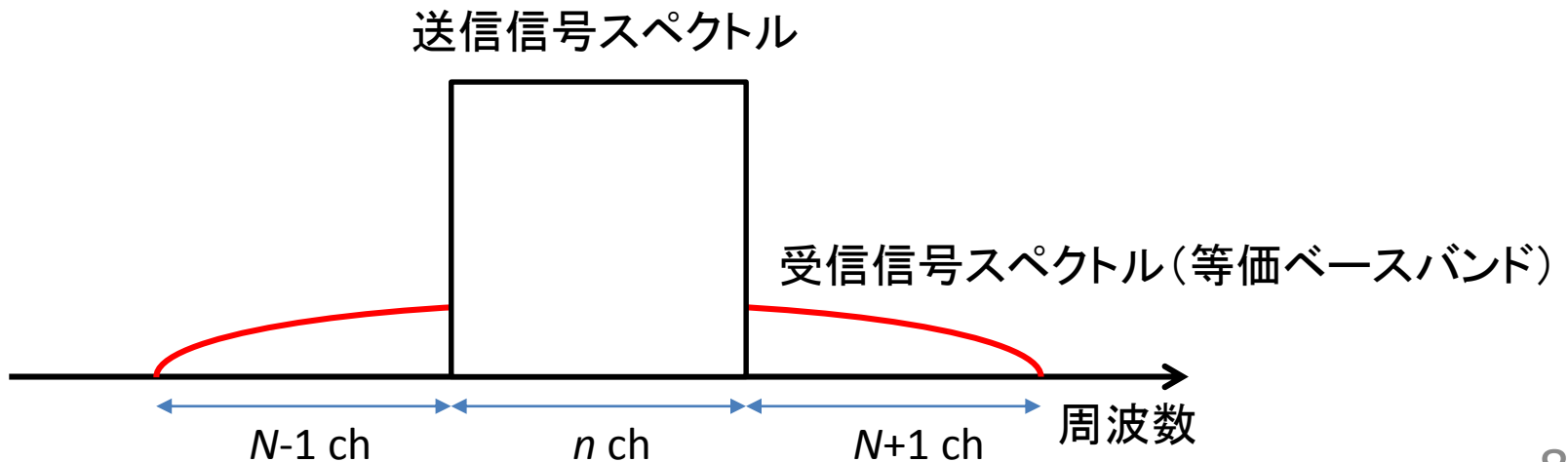
- 同一チャンネル間の混信
 - エリア端での混信は到来方向が異なる場合が大半 ⇒ アンテナ指向性による改善効果は？



- 通信で用いられる干渉キャンセラも理論的には実装可能

混信の保護

- 隣接チャンネル間の混信
 - 一部は受信機性能に依存
(非線形性による隣接チャンネル漏洩など)
 - 受信機性能の向上が考慮されていない
⇒ 受信機の技術基準の必要性



混信保護基準の再検討

現在の地上デジタル放送では割り当てられた周波数を現在の保護基準の中でフル活用

(安全側に立ったマージンの設定)



干渉保護基準の再検討

4K/8K対応のための新たなチャンネルが
リパックに(チャンネルの移動)より確保可能？

注)新しい周波数帯を確保せず4K対応する方策も検討中
- LDMや偏波MIMO ⇒ この次の発表

TVホワイトスペース

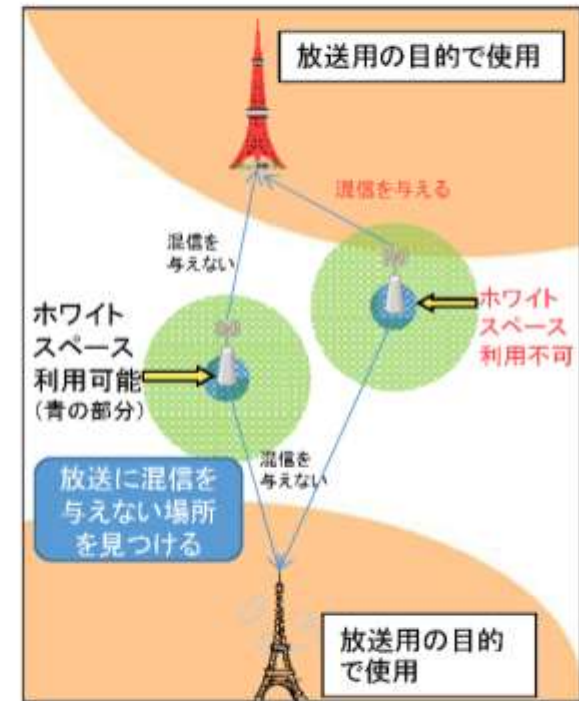
ホワイトスペースとは、放送用など特定の目的のために割り当てられているが、地理的条件や技術的条件によって他の目的にも利用可能な周波数。

地上デジタル放送への混信を考慮

- 地域ごとに、その地域で放送用に使用されているチャンネルは異なる。
- ホワイトスペースの利用については、放送に混信を与えないことが前提。
- ホワイトスペース利用を希望するエリアにおいて、放送用に使用されているチャンネルを確認し、混信を与えないチャンネルがあれば、ホワイトスペースとして利用可能。



ホワイトスペースの利用可能性のあるチャンネル



TVホワイトスペースの利用(国内)

- 総務省ホワイトスペース推進会議「ホワイトスペース利用システムの共用方針」(2012年1月)
- 総務省ホワイトスペース推進会議ホワイトスペース利用作業班「ホワイトスペース利用システムの運用調整の仕組み最終とりまとめ」(2013年1月)
 - 特定ラジオマイク, エリア放送, その他
- 「TVホワイトスペース利用システム運用調整連絡会」設立(2013年1月)
 - テレビ放送, 特定ラジオマイク, エリア放送
- 「TVホワイトスペース等利用システム運用調整協議会」へ移行(2014年3月, 高田は副会長を務める)
 - TVホワイトスペース, 1.2/2.3GHz帯(FPUとラジオマイク)の運用調整
 - 運用調整に必要な経費は登録費(会費)および運用費(利用料)として徴収
 - 月50,000件を超える運用実績

ホワイトスペース利用システムの 共用方針

- 割り当て上の優先順位

1	地上テレビジョン放送
2	特定ラジオマイク
3	エリア放送型システム その他のホワイトスペース利用システム

特定ラジオマイクは他周波帯(一次業務)からの移行
⇒放送に影響を与えない範囲で継続的利用を確保

- 免許制

運用調整協議会による ホワイトスペースの運用調整

【システムの利用形態】

- 一般会員はインターネットを利用して運用情報の随時閲覧や登録が可能
- 特定ラジオマイク運用調整機構の会員は同機構の事務所経由で登録が可能
- 運用調整コンピュータシステムは運用調整の必要性を自動判定
- 運用調整が必要と判定された利用者には調整依頼のメールが送付

ホワイトスペースの運用基準

放送波と干渉しないチャンネルのリストを
総務省がWebで公表

- 特定ラジオマイク
 - TVホワイトスペースチャンネルリスト
- エリア放送
 - チャンネルスペースマップ

米国における TVホワイトスペースの利用

- 免許不要局が利用可能なチャンネルのデータベースの運用主体としてFCCが9社を承認
(2011年2月)
 - 市場競争によってデータベースの開発を進める方針
- データベースは位置情報に対して利用できる空きチャンネル情報を提供
- 利用者はデータベースから空きチャンネルのリストを取得しそのチャンネル内でのみ通信を行う義務

TVホワイトスペースに期待されている 応用分野

この分野の研究・国際標準化では
情報通信研究機構が世界最先端

- ルーラルブロードバンド IEEE 802.22
- 無線LAN IEEE 802.11af
- センサネットワーク IEEE 802.15.4m
- 移動通信 LTE

⇒ 米国の法規制に準拠,
日本では実験試験局以外で運用できず

TVホワイトスペースの 高度化に向けた課題

- 共用条件
- ブースタ障害
- 移動する送信機
- データベースのビジネスモデル
- ニーズの具体化

課題1: 共用条件

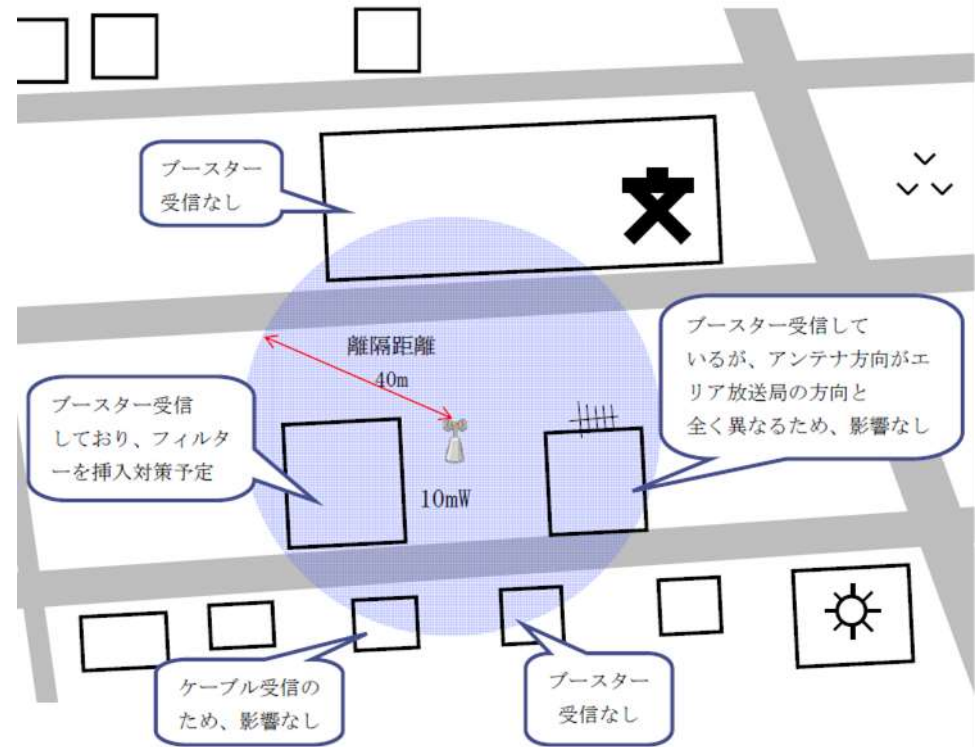
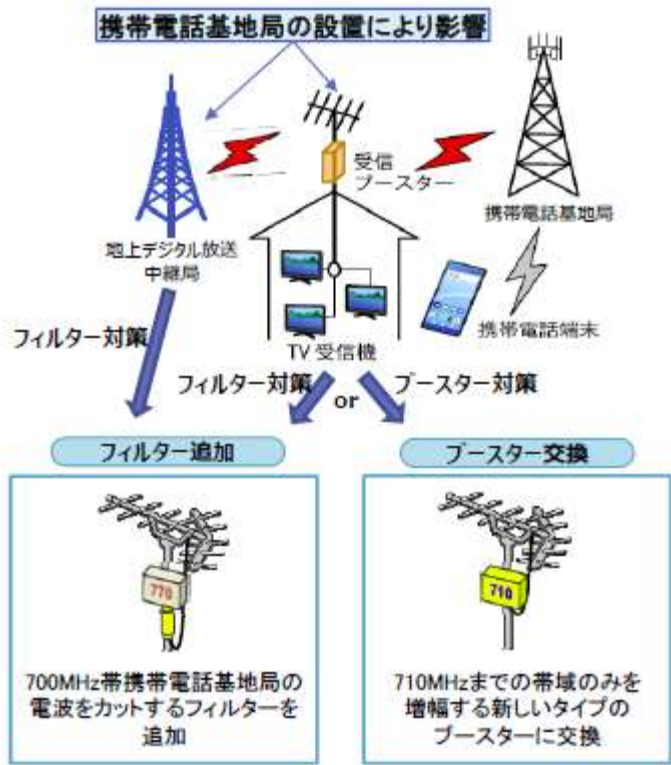
- 異なるシステムによる周波数の二次利用
(ホワイトスペース)
- 現在は放送波の電界強度と無関係に受信機雑音の $1/10$ 以下と規定～ITU-R に準拠
- 強電界地域ではもっと大きな電力でも原理的には共用可能
～受信特性は放送と二次利用の電力比で決定



もしも共用促進が必要であれば
共用条件の見直しが必要

課題2: ブースター障害

- 送信機近傍ブースターに定格を超える入力
⇒ 全チャンネルが受信不能



放送サービスの未来像を見据えた周波数有効活用に関する検討分科会, 第1回資料1-6「放送用周波数割当の現状」より引用

総務省, エリア放送参入マニュアル, 参考資料2「書類の様式・記載例」より引用

課題3: 移動する送信機

混信レベルが時間変化

- 正確な位置の検出と与干渉エリアの推定
- 与干渉が発生した際に即座に停止する仕組み
 - 技術
 - 制度

課題4: データベースのビジネスモデル

現行

- 免許制
- 運用調整協議会に加入義務
～利用に応じた負担

免許不要局を認める場合

- 運用・責任の主体は？
- 費用負担の仕組みは？

課題5: ニーズの具体化

単に周波数帯域を開放すればよい訳ではない

- 無線通信サービスの形態によって干渉発生の仕組みは大きく異なる
- ホワイトスペースの需要と供給のバランス
 - 周波数が逼迫している地域ではホワイトスペースも少ない
- ハードウェアの供給
 - 供給メーカーはあるか? ~ 国際標準で動くか?
 - 国内産業に貢献するか? ~ 競争戦略の観点
 - 周波数が低いデメリット: アンテナの大きさ

TVホワイトスペースの高度利用に向けた研究開発の必要性

- 技術と制度の相互協力が必要不可欠
 - 制度は米国・英国がリード
 - 日本固有の制度とサービス
～米英との互換性は低い
⇒ 国際標準足り得るか？
- 装置開発は進んでいる(情報通信研究機構)
- 制度およびステークホルダーを意識した研究開発が必要不可欠
 - 従来の電波利用の枠組みを超える一方
技術論抜きの制度設計は不可能